

PE 3.
① BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 41 37 474 A 1

⑤ Int. Cl. 5:
C 12 C 11/04
// B01J 8/24, C12N
11/14, 1/18

⑳ Aktenzeichen: P 41 37 474.6
㉑ Anmeldetag: 14. 11. 91
㉒ Offenlegungstag: 19. 5. 93

DE 41 37 474 A 1

㉑ Anmelder:
Forschungszentrum Jülich GmbH, 5170 Jülich, DE;
Schott Glaswerke, 6500 Mainz, DE

㉒ Erfinder:
Aivasidis, Alexander, Dr.; Wandrey, Christian, Prof.,
5170 Jülich, DE; Breitenbücher, Klaus, Dr., 6506
Nackenheim, DE; Mistler, Manfred, 6500 Mainz, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Verfahren zur kontinuierlichen Schnellreifung von Bier

⑦ Zur kontinuierlichen Reifung von Bier durch weitere Umsetzung der im Primärfermentationsschritt behandelten Würze mit geträgerter Hefe wird offenporiges Sinterglas einer Porosität von 40-65% und Porengrößen von 60-300 µm als Träger für die Hefe verwendet und die Umsetzung bei erhöhtem Druck, insbesondere von 2-4 bar, durchgeführt. Im Wirbelschichtreaktor wird mit Sinterglasgranulat von ≤ 3 mm (insbesondere 1-2 mm) Korngröße und Lineargeschwindigkeiten von 15-50 m/h gearbeitet. Als Umsetzungstemperaturen werden 2-10°C und Verweilzeiten von 5-15 h bevorzugt, wobei insbesondere der Diacetylgehalt als Steuergröße dient, der ≤ 0,1 mg/l bleiben soll. In der Anfahrphase wird insbesondere Hefekonzentrat-Inokulat bei 20-35°C und Verweilzeiten unterhalb der Generationszeit der Hefe über einige Tage hinweg auf dem porösen Glaträger aufwachsen gelassen.

*jäherkaryotemen
kurva immobilisierter
mikroorganismen*

DE 41 37 474 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur kontinuierlichen Schnellreifung von Bier durch weitere Umsetzung der im Primärfermentationsschritt behandelten Würze mit geträgerter Hefe.

Die Reifung von Bier erfolgt üblicherweise durch Ablagerung des Jungbieres bei niedrigen Temperaturen über einige Wochen hinweg, wodurch eine Geschmacks-Veränderung und Umwandlung von bei der Primärgärung gebildeten Nebenprodukten resultiert.

Eine solche Ablagerung erfordert nicht nur erhebliche Lagerräume und Vorratshaltung, sondern macht auch die Reaktion der Brauerei auf ungewöhnliche Bedarfsschübe schwierig.

Es wurden daher bereits Versuche zur Schnellreifung von Bier unternommen: So ist aus der DE-PS 21 44 754 ein Verfahren bekannt, bei dem innerhalb von 2–3 Tagen durch Zusatz von Kräusen eines mittleren Vergärungsgrades ein Abbau von Diacetyl erreicht werden soll, das als wesentliche zu vermindernende Geschmackskomponente angesehen wird.

Yungi Wang beschreibt ein Wirbelschichtverfahren mit an Calciumalginatgel immobilisierter Hefe, bei dem mit einer Verweilzeit im Reaktor von 2,8 Std. mit einer Zirkulationszahl von 5 eine Primärfermentationsperiode von 14 Std. und ein Diacetylgehalt von 0,5 ppm erreicht werden soll (siehe CA 112 (21) 196 633 g). Über die Bierqualität und Lebensdauer der Anlage werden allerdings keine Angaben gemacht.

A. Willet (Biotechnol. Lett. 10, 7 (1988) S. 473–78) beschreibt eine beschleunigte bakterielle Bierreife mit an α -Carrageenan immobilisierten Mikroorganismen wie *Bacillus polymyxa* u. a. in konischen Flaschen mit Testmedium. Auch hier ist eine angemessene Beurteilung des Erfolges in geschmacklicher Beziehung schwierig.

Von T. Onaka u. a. wird in Bio/Technology 3,5 (1985) S. 467–70 ein Brauverfahren in einem Säulenreaktor mit an Na-Alginat immobilisierter Hefe beschrieben, bei dem zur Nachbehandlung 10 Std. lang unter Rühren belüftet wird unter Erzielung von 0,05 mg/l Gesamt-Diacetyl.

Diese unterschiedlichen Verfahren lassen bislang kein allgemein akzeptiertes Brauverfahren erkennen.

Ziel der Erfindung ist daher ein möglichst langfristig zu betreibendes Schnellreifungsverfahren für Bier, das vor allem auch dem Reinheitsgebot entspricht.

Das zu diesem Zweck entwickelte erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß man die Umsetzung im Wirbelschichtreaktor mit an weitporigem Granulat mit einer Teilchengröße von ≤ 3 mm immobilisierter Hefe bei erhöhtem Druck durchführt.

Weitere Besonderheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorzugsweise wird als Träger offenporiges Sinterglas (insbesondere Borosilikatglas) verwendet.

An diesem Verfahren sind außer dem inerten (Glas)Träger lediglich die natürlichen Ausgangsstoffe der Bierbrauerei beteiligt und somit das Reinheitsgebot beachtet und apparativ sowie prozeßtechnisch Voraussetzungen für einen langanhaltenden störungsfreien Betrieb mit guter Regelbarkeit gegeben.

Als Träger für die Hefe dienen insbesondere weitporige Sinterglasperlen von ≤ 2 mm (zweckmäßig 1–2 mm) Durchmesser mit 60–300 μ m Poren und einer Porosität um 50%, die möglichst hoch sein soll, um einen guten Zugriff von Medium und Stoffaustausch an

der in den Poren befindlichen Hefe zu ermöglichen, die damit trotz des bei der Sekundärfermentation im Vergleich zur Primärfermentation erheblich geminderten Nährstoffangebots ausreichend aktiv bleibt, so daß die bei der Reifung notwendige Restwürzeumwandlung und Minderung des Zuckergehalts rasch erreicht wird. Gleichzeitig wird der Diacetylgehalt – soweit vorhanden – ausreichend herabgesetzt, wofür insbesondere eine kontinuierliche Überwachung auf Maximalgehalte von $\leq 0,1$ mg/l dient, die auf einer On-line Analytik und meßwertabhängigen Steuerung der Prozeßparameter, wie Temperatur und Verweilzeit, basiert.

Die Temperatur des Schnellreifungsverfahrens liegt insbesondere bei 2–10°C und die Verweilzeit im Bereich von 5–15 Std., insbesondere bei etwa 10 Std.

Die Fermentation erfolgt zweckmäßigerweise bei Drücken von 2–4 bar, insbesondere von 2,5–3 bar, die sich durch CO₂-Entwicklung aufbauen.

Als Reaktor eignet sich ein Wirbelschichtreaktor mit einer äußeren Umlaufpumpe, die für einen ausreichenden Durchfluß sorgt. Am oberen Ende hat der säulenförmige Reaktor eine Querschnittserweiterung, die für eine ausreichende Verlangsamung der Flüssigkeitsströmung und damit Umkehr des suspendierten Kornmaterials sorgt.

Bei einem solchen Reaktor macht das Wirbelschichtvolumen etwa 50–60 % des gesamten Arbeitsvolumens aus, und das Schüttvolumen liegt bei etwa 25–30 % dieses Arbeitsvolumens.

Mit einem solchen Wirbelschichtreaktor ist eine befriedigende Steuerung für eine gleichbleibende Qualität des Reaktorauslaufs gewährleistet.

Die Mikroorganismen werden auf dem Trägermaterial vorzugsweise im Wirbelschichtreaktor in einer Anfahrphase angezüchtet, indem Hefekonzentrat bei 20–35°C als Inokulat in den Reaktor gegeben wird und mit Verweilzeiten unterhalb der Generationszeit der Hefe dafür gesorgt wird, daß während der Kolonisierungsphase des Trägermaterials ein optimaler Selektionsdruck zugunsten sessiler Mikroorganismen bei einem hohen Level der Raumzeitausbeute stattfinden kann. Zweckmäßigerweise erfolgt eine solche Anfahrphase über eine Woche hinweg und kann durch regelmäßige Probennahme und rasterelektronenmikroskopischen Auswertung überwacht werden. Selbstverständlich sind je nach Bedingungen kürzere Anfahrphasen von 2–3 Tagen bzw. auch längere Zeitdauern von bis zu mehreren Wochen möglich.

Das gewählte Trägermaterial von hoher offener Porosität und relativ geringer Teilchengröße ermöglicht die Zurückhaltung hoher Biomassekonzentrationen, welche um ein Mehrfaches über den beim trägerfreien konventionellen Verfahren mit Batch-Betrieb liegen. Die gemessenen Biotrockenmassegehalte liegen bei 25–30 g/l Wirbelschichtvolumen.

Besonders bevorzugt wird Siran®-Granulat der Firma Schott Glaswerke, Mainz mit einer Porendoppelstruktur mit großen durchgehenden Poren, die einen guten Stoffaustausch begünstigen, und kleinen fixierungsfördernden Mikroporen in den Wänden der Makroporen.

Die angefügte Figur zeigt einen Wirbelschichtreaktor analog zu der Anordnung gemäß DE-Patentanmeldung P 41 11 879.0-41 vom 12.4.1991, auf die hier ausdrücklich Bezug genommen wird. Der Zulauf des Reaktors stammt aus einem Vorlagetank für primär-vergorene Würze und wird mittels einer Pumpe kontinuierlich entnommen. Die Umlaufpumpe sorgt für die Träger-Fluidisierung im Reaktor durch Einstellung einer Linearge-

schwindigkeit von 15–50 m/h. Die rezirkulierte Flüssigkeit passiert einen Wärmeaustauscher zur Einstellung der gewünschten Temperatur. Zur Konstanthaltung derselben ist der Wirbelschichtreaktor mit einer äußeren Wärmedämmung versehen.

Mit Hilfe einer konduktometrischen Niveauregelung wird eine Produktpumpe angesteuert, so daß der Reaktor bei konstantem Volumen betrieben wird. Gestrichelt angedeutet ist eine rechnergestützte Prozeßsteuerung und -überwachung mit Hilfe eines Personal-Computers zur Variation der Verweilzeit, um einen gewünschten Diacetylgehalt nach On-line Konzentrationserfassung einzustellen.

Zwar wurden von der Anmelderin bereits 1985 in der DE-OS 34 10 650 sowie in der DE-PS 36 39 153 poröse Gläser als Träger für Mikroorganismen beschrieben und auch die Möglichkeit zur Erzeugung von Gärungsprodukten sowie Anwendung im Festbett- oder Wirbelschichtreaktor erwähnt, jedoch hat dieser globale Hinweis offensichtlich nicht richtungsweisend auf die Entwicklung spezieller Biergewinnungsverfahren gewirkt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur kontinuierlichen Schnellreifung von Bier durch weitere Umsetzung der im Primärfermentationsschritt behandelten Würze mit geträgerter Hefe, dadurch gekennzeichnet, daß man die Umsetzung im Wirbelschichtreaktor mit an weitporigem Granulat mit einer Teilchengröße von ≤ 3 mm immobilisierter Hefe bei erhöhtem Druck durchführt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Träger weitporiges Glasgranulat mit 1–2 mm Teilchengröße verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Träger poröses Glas einer Porosität von 40–65% mit Porengrößen von 60 bis 300 μ m verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Temperaturen von 2–10°C und Verweilzeiten von 5–15 Std. gearbeitet wird.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Umsetzung bei Drücken von 2–4 bar erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine kontinuierliche Überwachung des Diacetylgehalts auf Werte $\leq 0,1$ mg/l.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß man durch Hefekonzentrat-Inokulation bei 20–35°C und Verweilzeiten unterhalb der Generationszeit der Hefe über einige Tage hinweg auf dem porösen Träger aufgewachsene Hefe verwendet.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

